UTILIZACIÓN DE SIMULACIÓN PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE CIRCULACIÓN DE FLUIDOS EN CAÑERÍAS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL - Facultad Regional Villa María. Av. Universidad 450. Villa María - Córdoba - Argentina - TE-Fax: (0353) 4537500.
Autores:
Gilli, Daniel - Lima 279 - Villa Nueva - Córdoba - Argentina - TE: (0353) 4911760 - e-mail: d_gilli@hotmail.com
Gauna, Rodrigo - San Luis 515 - Bell Ville - Córdoba - Argentina - TE: (03534) 429128 - e-mail: rodrigo_gauna@hotmail.com

RESÚMEN

El presente informe se centra en la determinación de las pérdidas de carga y presión que sufren los fluidos cuando circulan dentro de tuberías. El desarrollo del trabajo se basó específicamente en la determinación de la variación de pérdidas de presión en un sistema de tuberías, a nivel planta piloto, tomando como variable el caudal de operación.
Se realizó una simulación del modelo experimental en planta piloto, mediante el simulador comercial CHEMCAD™ y el software de simulación GIGA, este último de desarrollo propio, diseñado para ser utilizado en el ámbito académico.
Los resultados obtenidos mediante ambos simuladores fueron comparados con el fin de establecer las ventajas y desventajas existentes.
Finalmente se compararon y analizaron los resultados experimentales obtenidos en planta piloto con los resultados obtenidos con el software de simulación GIGA.

ABSTRACT

The inform present is focaliced in the determination of the load losses and pressure that suffer the fluids when they circulate inside pipes. The development of the work was based specifically on the determination of the variation of losses of pressure in a system of pipes, at level pilot plants, taking as variable the operation flow.
It was carried out a simulation of the experimental pattern in plant pilot, by means of the commercial shammer CHEMCAD™ and the software of simulation GIGA, this last of own development, designed to be used in the academic environment.
The results obtained by means of both shammers were compared with the purpose of establishing the advantages and disadvantages existent.
Finally they were compared and they analyzed the experimental results obtained in plant pilot with the results obtained with the software of simulation GIGA.

INTRODUCCIÓN

En toda planta industrial, es necesario el traslado de fluidos de un sector a otro. Para ello, el diseño del sistema de conductos o tuberías debe realizarse cuidadosamente, considerando no solo que los fluidos circulen con facilidad, sino también un aspecto económico.
Este transporte del fluido, va acompañado de pérdidas de carga producto del rozamiento y fricción con las paredes de los ductos y con los diversos accesorios que conforman la instalación. El efecto de la fricción es reducir la presión, provocando una caída de presión comparada con el caso de un flujo ideal (Robert W.Fox and Alan T. Mc Donald, 1995). La determinación de estas

pérdidas es un punto importante en el momento de calcular y adoptar un sistema de bombeo especifico (Victor Streeter, Benjamín Wylie and Keith Bedford, 1999)
La implementación de la informática en este ámbito industrial cumple un rol muy importante en la actualidad. El desarrollo y utilización de simuladores no solo brinda una valiosa ayuda al profesional, sino también permite reducir tiempos y fundamentalmente incidir en la economía de un proceso.
La gran diversidad de simuladores existentes en el mercado permite optar por aquel mas conveniente para cada modelo con el fin de arribar satisfactoriamente a los resultados esperados.

DESARROLLO

Desarrollo experimental en planta piloto

La instalación de tuberías en la cual se llevó a cabo el desarrollo experimental se presenta en la figura 1.
Este sistema consta de dos secciones de tuberías conectadas en serie con un diámetro nominal de ½" y ¾" respectivamente, cédula 40; el material de construcción es hierro galvanizado y el modelo esta provisto de diversos accesorios tales como reducciones, expansiones, tes, codos de 90°, codos de 45°,uniones, placas orificio (Joaquín Ocon y Gabriel Tojo, 1980)
La instalación posee tomas de presión en distintas secciones, en las que se conecta un manómetro diferencial simple de mercurio, que permite determinar la pérdida de carga directamente con la lectura en una escala de longitud adjunta al aparato.
El sistema esta provisto de una bomba (caudal máximo 30 Lts/min), que posibilita la variación del caudal, debido a un circuito de reciclo instalado, conjuntamente con válvulas.
Para la determinación del caudal de operación, se utiliza un caudalímetro.

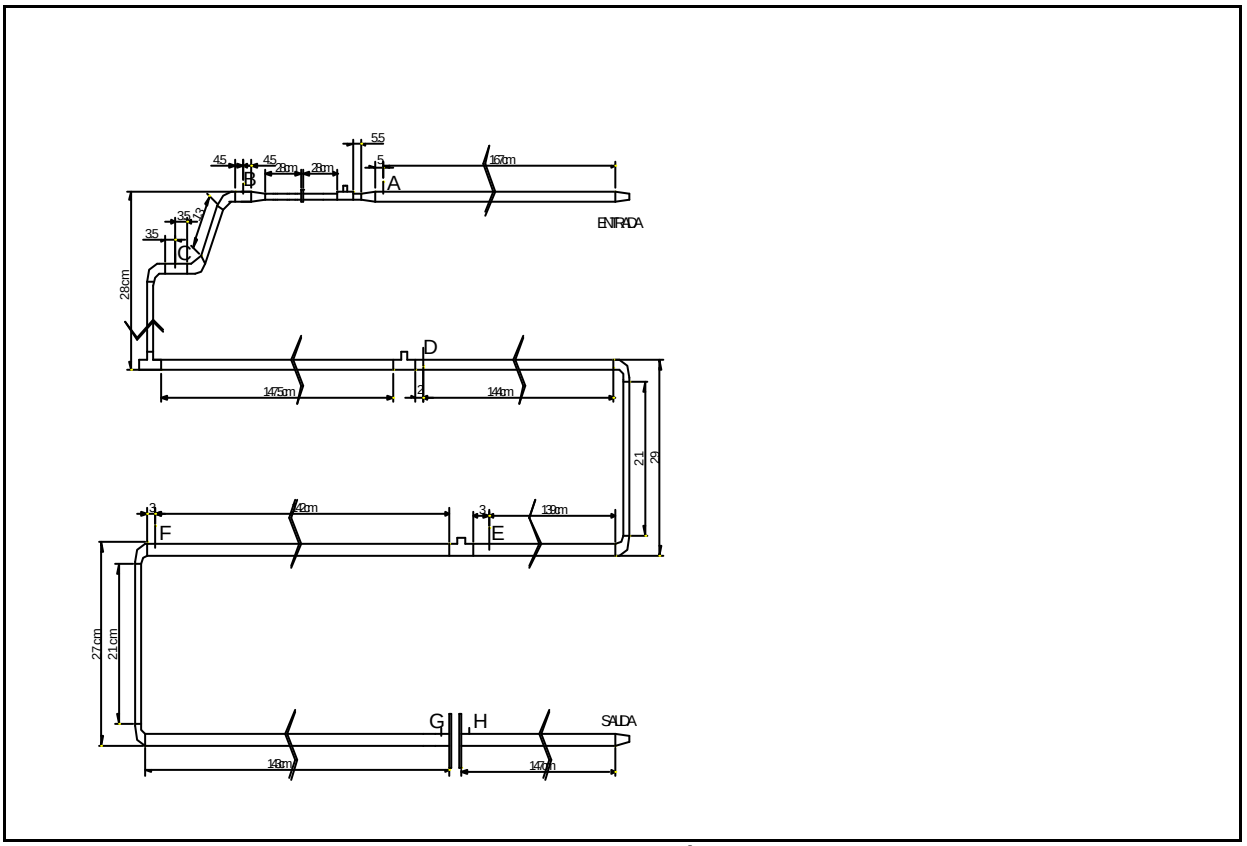

Figura 1: Diagrama de tuberías de planta piloto

El punto central del análisis, se basó en determinar la variación de la pérdida de presión en función del caudal entre los puntos A y H (ver figura 1).
Para esto se reguló y varió el caudal de operación obteniendo una determinada caída de presión, lectura manométrica, para cada caso. Luego los resultados fueron expuestos en una gráfica que revela dicha variación(ver figura 2).

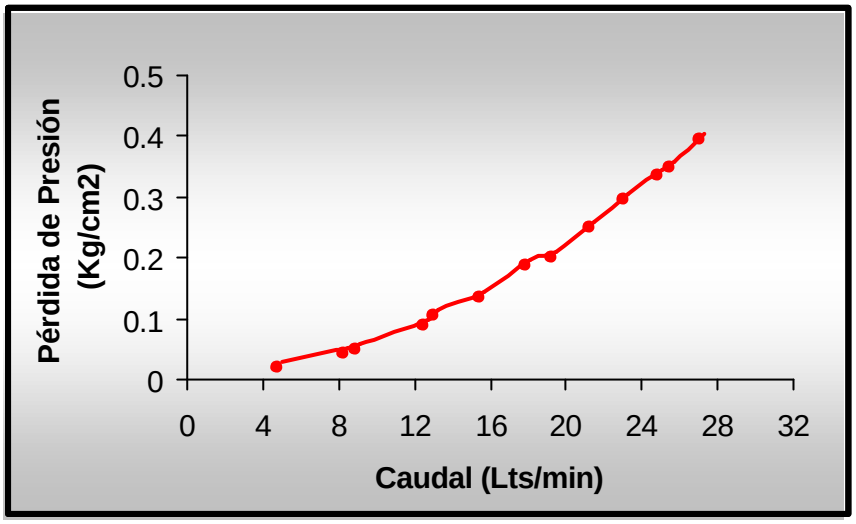

Figura 2: Gráfico de Pérdida de Presión Experimental vs. Caudal de Operación

"GIGA", software de simulación para cálculo de fluídos en tuberías

El software de simulación GIGA es un programa de desarrollo propio, diseñado para ser utilizado en el ámbito académico.Este permite obtener valores de pérdida de presión y pérdida de carga en instalaciones de tuberías provista de accesorios.
Para arribar a los resultados, el módulo permite el ingreso de los parámetros de operación, como Temperatura, Presión, Caudal, Tipo de fluido, Tipo de tubería, Diámetro de tubería, Longitud de tubería, Tipos de accesorios, y Diferencia de altura entre los puntos de referencia (ver figura 3). Cada uno de estos parámetros puede modificarse con el fin de determinar la evolución de pérdidas de presión en modelos específicos.
Los resultados a los que arriba el simulador comprenden: Densidad, Viscosidad, Velocidad, Número de Reynolds, Régimen del flujo, Rugosidad relativa, Factor de fricción, Pérdida de presión y Pérdida de carga (ver figura 4).

Con respecto a las pérdidas de presión, si bien los resultados teóricos calculados y los experimentales obtenidos en planta piloto no son exactamente iguales; el simulador, mediante una corrección en la diferencia de presión teórica permite determinar la pérdida de presión experimental, exclusiva de la instalación de tuberías de planta piloto. Se obtiene así, un valor de caída de presión teórica y uno experimental.
El programa, a su vez, calcula y expone el valor de pérdida de carga expresado en unidades de longitud que corresponde a la lectura manométrica de la instalación de planta piloto.

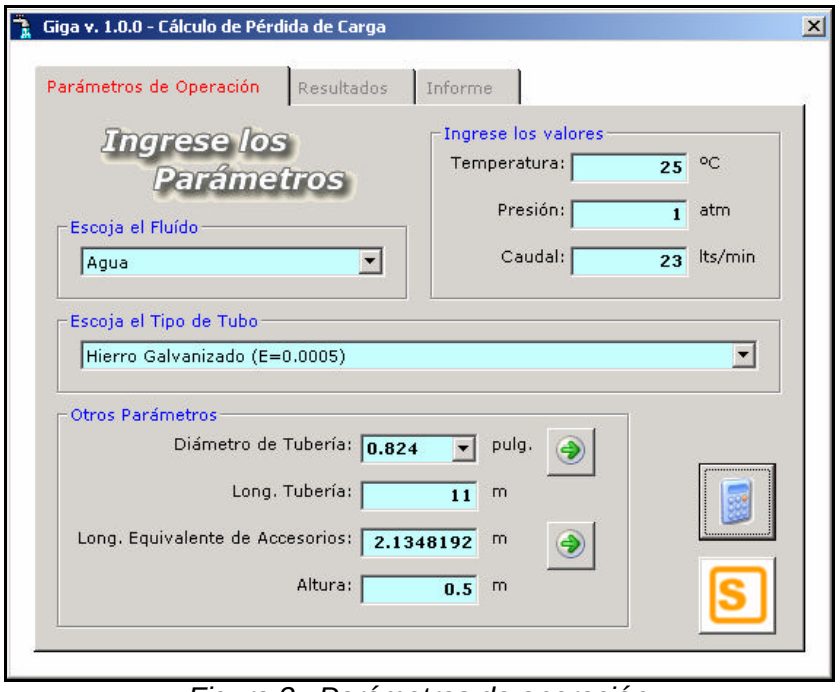

Figura 3 : Parámetros de operación

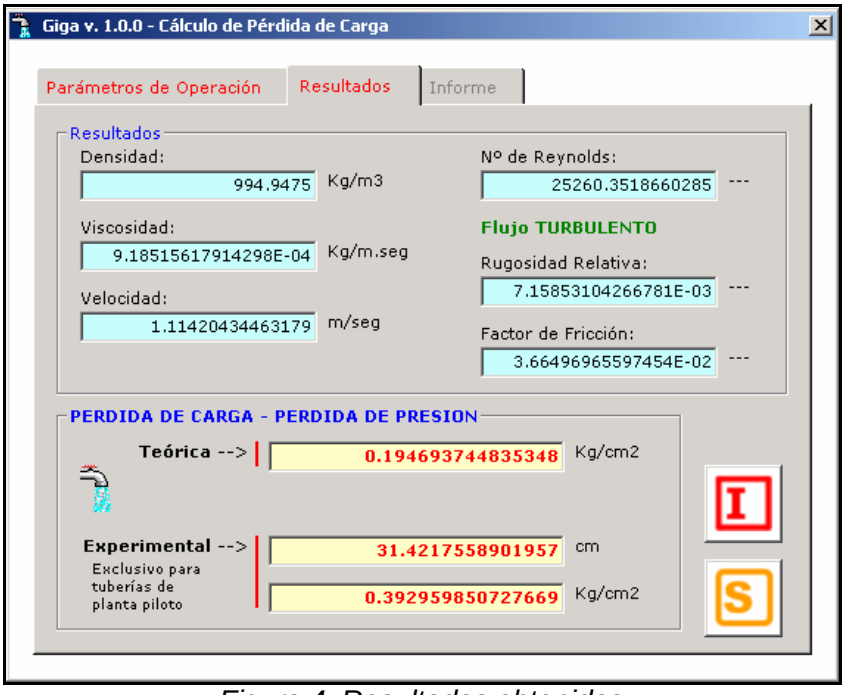

Figura 4: Resultados obtenidos

Análisis comparativo entre los simuladores CHEMCAD™ y GIGA

Lo que se pretende aquí es simular el trabajo teniendo en cuenta las condiciones experimentales utilizadas en planta piloto, mediante el simulador comercial CHEMCAD™(Chemstations Inc.,1995) y el software de simulación GIGA, para determinar la variación de la pérdida de presión en función del caudal de operación, con el fin de comparar y analizar el comportamiento de ambos programas.

Si bien los resultados a los que arriban los simuladores son análogos (ver figura 5), el GIGA posee ciertas ventajas tales como simplicidad en el ingreso de parámetros de operación,(ya que el mismo se efectúa en una única ventana), posibilidad de elección del tipo de tubería, además permite el ingreso de nuevos accesorios en la base de datos; en la sección de resultados expone

el régimen de flujo con que circula el fluido y el valor de la rugosidad relativa. A pesar de que las características anteriormente mencionadas son importantes, la ventaja fundamental radica en la posibilidad de obtener valores de pérdida de carga experimentales exclusivos para tuberías de planta piloto.
Estos aspectos conjuntamente con su gran facilidad de manejo, permiten a un usuario no experimentado, utilizarlo sin incurrir en mayores inconvenientes.

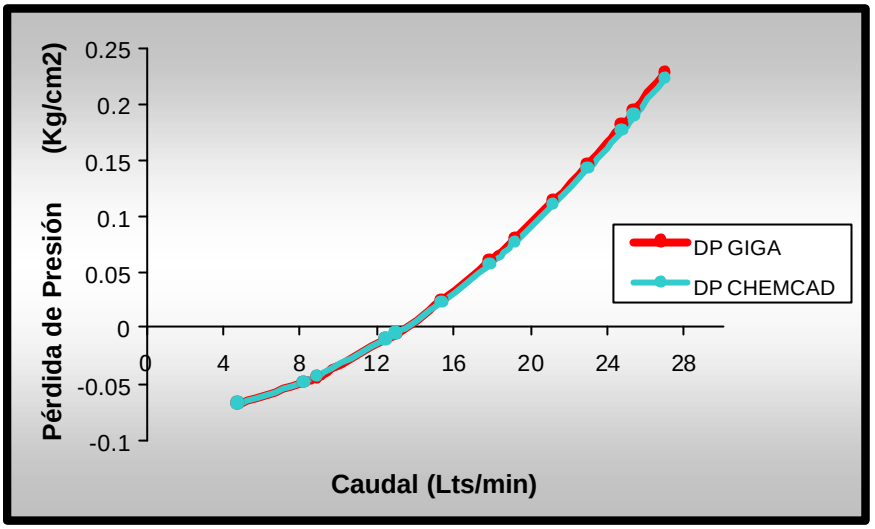

Figura 5: Gráfico de Pérdida de Presión Teórica vs. Caudal de Operación

Análisis comparativo del desarrollo experimental y el software de simulación GIGA

Debido a que se corroboró que los resultados entre ambos simuladores son equivalentes, es factible analizar la variación de la pérdida de presión experimental en planta piloto y la pérdida de presión teórica calculada con el GIGA.
Como se menciono anteriormente, al dar las características del GIGA, este posee una corrección en la diferencia de presión teórica, que permite calcular la pérdida de presión experimental exclusiva de planta piloto.
A partir de los parámetros de operación y resultados obtenidos en planta piloto, se ingresaron estos al software de simulación GIGA y se procedió al cálculo, obteniendo un valor de pérdida de presión teórica y uno de pérdida de presión experimental, para cada caudal.
Luego se realizó una gráfica en donde se observa la evolución, tanto de los resultados experimentales en planta piloto como de los teóricos y experimentales brindados por el GIGA (ver figura 6).

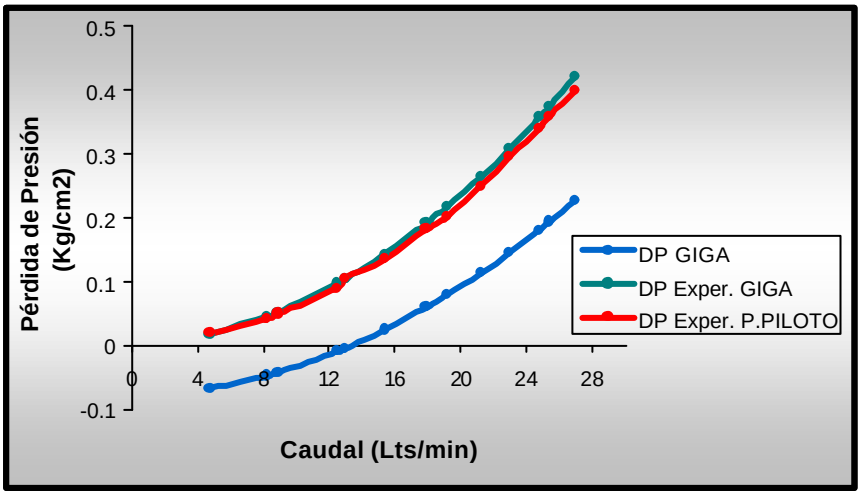

Figura 6: Gráfico de Pérdida de Presión Teórica – Experimental vs. Caudal de Operación

En dicho gráfico se observa, que si bien los resultados teóricos dados por el GIGA (curva azul) y los experimentales en planta piloto (curva roja) no son exactos, estos siguen una marcada tendencia que le otorga consistencia a los valores obtenidos.
Esta diferencia es producto de condiciones y características difíciles de estimar y de eliminar, las cuales se centran fundamentalmente en desperfectos en la fabricación o en el acabado de superficies internas de las tuberías y de los accesorios que conforman la instalación.
Los resultados experimentales calculados con GIGA (curva verde), concuerdan satisfactoriamente con los resultados obtenidos en planta piloto. Por esta razón, es posible comprobar que la corrección que efectúa el GIGA a la caída de presión teórica, otorga resultados de caída de presión experimental precisos, veraces y confiables, exclusivos para planta piloto.

CONCLUSIONES

Una vez desarrollado y analizado el presente trabajo se puede arribar a las siguientes conclusiones:

- Luego de realizado el ensayo experimental en planta piloto y haber analizado el gráfico correspondiente se observa una curva que indica un incremento en la pérdida de presión conforme aumenta el caudal de operación.

- El software de simulación GIGA, si bien presenta resultados similares a los del simulador CHEMCAD™, cuenta con una serie de ventajas, donde el punto a destacar es su facilidad de manejo.

- Los resultados de pérdida de carga teóricos no son exactos a los obtenidos experimentales, pero existe una marcada tendencia que relaciona ambos casos.

- Los resultados experimentales calculados con el GIGA presentan gran exactitud y precisión al ser comparados con los obtenidos experimentalmente en planta piloto. Esto le otorga al simulador una característica de gran importancia.

- En un rango de caudales bajos (hasta 13 Lts/min), se presenta teóricamente, una ganancia en la presión, producto de que las pérdidas originadas por fricción son menores comparadas con la diferencia de altura entre los puntos de referencia. Esta energía potencial favorece a la presión ya que el fluido circula hacia abajo. A nivel experimental, no se observa dicho fenómeno.

REFERENCIAS

- Robert W. Fox and Alan T. Mc Donal, Introducción a la Mecánica de Fluídos, México, 1995.

- Victor Streeter, Benjamín Wylie and Keith Bedford, Mecánica de Fluídos, Editorial Mc GrawHill, Colombia, 1999.

- Joaquín Ocon y Gabriel Tojo, Problemas de Ingeniería Química, Editorial Aguilar, España, 1980.

- Chemstations Incorporated, Houston, Texas, U.S.A, Manual del Usuario, 1995.